



(19) **SU** (11) **1 796 769** (13) **A1**  
(51) МПК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО  
ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ  
СССР**

(21), (22) Заявка: 4766067, 05.12.1989

(46) Дата публикации: 23.02.1993

(56) Ссылки: Патент США N 4266171, НКИ США  
3.18/571, опубл. 1981. Патент Франции NS  
2546963, кл.Е 21 C5/16. Авторское  
свидетельство СССР № 947405, кл. Е 21 В  
45/00, 1982. Авторское свидетельство СССР  
№1138497, кл. Е 21 С 35/24, 1985. Авербух  
М.М., Дюков А.И., Бессуднова Н.А.  
Автоматизация бурильных установок. Обзорная  
информация, М., ЦНИИЭИуголь, 1988, выпуск  
24.

(98) Адрес для переписки:  
11 620219 СВЕРДЛОВСК, КУЙБЫШЕВА 30 СГИ

(71) Заявитель:  
СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИМ. В.В. ВАХРУШЕВА,  
СВЕРДЛОВСКОЕ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ "УРАЛСИСТЕМ"

(72) Изобретатель: СИТНИКОВ НИКОЛАЙ  
БОРИСОВИЧ,  
КИМЕЛЬМАН ЭДУАРД  
АНАТОЛЬЕВИЧ, БЕКЕТОВ ВАЛЕНТИН  
ФЕДОРОВИЧ, РУЧЬЕВ НИКОЛАЙ  
ВАСИЛЬЕВИЧ, ЛЯРСКАЯ ГАЛИНА  
БОРИСОВНА 11 620086 НАДАЕТАН,  
11 НАДАЕТАН 32/4-7511 620102 НАДАЕТАН,  
НАДАЕТАН 18А-1911 620142  
НАДАЕТАН, ОДОИЧА 20-18711 620149  
НАДАЕТАН, АДКЕЯ 5-3-9411 624070  
НАДАЕТАН, ОЕЕИАН 16-65

(54) Способ регулирования процесса бурения горных пород

S  
U  
1  
7  
9  
6  
7  
6  
9  
A  
1

1  
7  
9  
6  
7  
6  
9  
A  
1



(19) **SU** (11) **1 796 769** (13) **A1**  
(51) Int. Cl.

STATE COMMITTEE  
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

**(54) METHOD OF ROCK DRILLING CONTROL**

(57)

Сущность изобретения заключается в следующем: на основании результатов бурения предыдущей скважины программируемый контроллер запасает в памяти крепость буримых пород и соответствующие ей рацио-о нальные значения режимных параметров, ко- &deg; торым отвечает максимум стойкости породоразрушающего инструмента при заданной сменной производительности бурового агрегата. Кроме того, в памяти имеются значения произведений механической скорости бурения на соответствующее значение крепости породы:  $D \cdot v \cdot f$ . В начале бурения скважины программируемый контроллер задает регуляторам сигналы, пропорциональные начальным значениям режимных параметров, отвечающих начальному значению крепости породы, при этом измеряется реальное значение механической скорости бурения, на которое делится начальное значение показателя  $D$ . Полученное реальное значение крепости

(71) Applicant:  
SVERDLOVSKIY GORNYJ INSTITUT  
IM.V.V.VAKHRUSHEVA,  
SVERDLOVSKOE  
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE OBEDINENIE  
"URALSISTEM"  
(72) Inventor: SITNIKOV NIKOLAJ BORISOVICH,  
KIMELMAN EDUARD ANATOLEVICH, BEKETOV  
VALENTIN FEDOROVICH, RUCHEV NIKOLAJ  
VASILEVICH, LYARSKAYA GALINA BORISOVNA

буримой породы сравнивается с начальным и устанавливаются режимные параметры, соответствующие полученному реальному значению крепости буримых пород. Затем измеряется новое реальное значение механической скорости бурения, а полученное реальное значение крепости пород принимается за ее начальное значение. Значение показателя  $D_1$ , соответствующее полученному значению крепости породы, делится на новое реальное значение механической скорости бурения и полученное значение крепости породы сравнивается с ее значением на предыдущем шаге поиска и т.д. Таким образом, организуется повторяющийся цикл работы. При этом с увеличением крепости породы режимные параметры процесса бурения увеличиваются для обеспечения заданной производительности бурового агрегата, а с уменьшением крепости режимные параметры несколько снижаются, что увеличивает стойкость породоразрушающего инструмента и сохраняет рабочий ресурс бурового агрегата. 1 с.л.ф., 2 ил. со с VI ю о VI ON Ю

S  
U  
1  
7  
9  
6  
7  
6  
9  
A  
1

S  
U  
1  
7  
9  
6  
7  
6  
9  
A  
1



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1796769 A1

(51)5 E 21 B 44/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ДОСОВЕДНАЯ  
ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4766067/03

(22) 05.12.89

(46) 23.02.93. Бюл. № 7

(71) Свердловский горный институт им. В.В.Вахрушева и Свердловское научно-производственное объединение "Уралсистем" (72) Н.Б.Ситников, Э.А.Кимельман, В.Ф.Бекетов, Н.В.Ручьев и Г.Б.Лярская

(56) Патент США № 4266171. НКИ США 318/571, опубл. 1981.

Патент Франции № 2546963, кл. Е21C5/16. Авторское свидетельство СССР № 947405, кл. Е 21 В 45/00, 1982.

Авторское свидетельство СССР № 1138497, кл. Е 21 С 35/24, 1985.

Авербух М.М., Дюков А.И., Бессуднова Н.А. Автоматизация бурильных установок. Обзорная информация. М., ЦНИИЭИуголь, 1988, выпуск 24.

(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

(57) Сущность изобретения заключается в следующем: на основании результатов бурения предыдущей скважины программируемый контроллер запасает в памяти крепость бурильных пород и соответствующие ей рациональные значения режимных параметров, которым отвечает максимум стойкости породоразрушающего инструмента при заданной сменной производительности бурового агрегата. Кроме того, в памяти имеются значения производствений механической скорости бурения на соответствующее значение

2

ние крепости породы:  $D = v \cdot f$ . В начале бурения скважины программируемый контроллер задает регуляторам сигналы, пропорциональные начальным значениям режимных параметров, отвечающих начальному значению крепости породы, при этом измеряется реальное значение механической скорости бурения, на которое делится начальное значение показателя  $D$ . Полученное реальное значение крепости бурильной породы сравнивается с начальным и устанавливаются режимные параметры, соответствующие полученному реальному значению крепости бурильных пород. Затем измеряется новое реальное значение механической скорости бурения, а полученное реальное значение крепости пород принимается за ее начальное значение. Значение показателя  $D_1$ , соответствующее полученному значению крепости породы, делится на новое реальное значение механической скорости бурения и полученное значение крепости породы сравнивается с ее значением на предыдущем шаге поиска и т.д. Таким образом, организуется повторяющийся цикл работы. При этом с увеличением крепости породы режимные параметры процесса бурения увеличиваются для обеспечения заданной производительности бурового агрегата, а с уменьшением крепости режимные параметры несколько снижаются, что увеличивает стойкость породоразрушающего инструмента и сохраняет рабочий ресурс бурового агрегата. 1 с.п.ф., 2 ил.

SU (11) 1796769 A1 (61)

Изобретение относится к контролю и управлению процессами в горной промышленности и предназначено для оптимизации режимов вращательно-ударного

бурения горных пород для буровзрывного способа горных работ.

Известен способ регулирования процесса бурения взрывных скважин, который

SU 1796769 A1

Изобретение относится к контролю и управлению процессами в горной промышленности и предназначено для оптимизации режимов вращательно-ударного бурения горных пород для буровзрывного способа горных работ.

Известен способ регулирования процесса бурения взрывных скважин, который обеспечивает оптимальный режим за счет изменения угловой скорости бурового инструмента; значение этой величины непрерывно измеряют путем подсчета числа импульсов, поступающих за определенный промежуток времени от бесконтактного датчика, установленного на валу вращателя. Затем производится сравнение этой частоты с заданной и в целях управления двигателем подачи выдается регулирующее воздействие, которое стабилизирует угловую скорость вращения инструмента.

Недостатком способа является то, что он предполагает детерминированную связь между механической характеристикой приводного двигателя подачи и свойствами буровых пород; при использовании другого приводного двигателя или при смене пород эта связь нарушается и оптимальный режим работы не будет достигнут.

Более совершенными являются способы, в которых угловая скорость вращения и осевое усилие являются независимыми друг от друга параметрами. Фирма Тамрок разработала способ регулирования процесса бурения взрывных скважин, который обеспечивает рациональный режим бурения за счет изменения величины усилия подачи в зависимости от нагрузки на двигатель вращателя бурового инструмента и от количества воды, расходуемой на промывку скважины. В процессе бурения угловая скорость вращения инструмента увеличивается при увеличении скорости бурения. При снижении расхода воды уменьшается усилие подачи инструмента на забой скважины и наоборот. Система реагирует на изменение момента вращения бурового инструмента. При увеличении момента снижается усилие подачи и наоборот;

Недостатком способа является невысокая точность стабилизации нагрузки двигателя вращателя бурового инструмента и отсутствие данных по износу породоразрушающего инструмента, который влияет на основные показатели процесса бурения.

Известен также способ регулирования процесса бурения взрывных скважин, основанный на контроле мощности, затрачиваемой на бурение, измерении осевой нагрузки и скорости вращения бурового инструмента. При бурении на определенной скорости вращения доводят осевое усилие до величины, при которой появляются максимумы мощности, т.е. появляется сухое трение, а затем плавно снижают осевое усилие до исчезновения этих максимумов и производят бурение на этом режиме. Чтобы обеспечить оптимальную скорость, бурение ведется на

границе глубины промокаемого слоя.

которая зависит от осевого усилия на коронку.

Недостатком указанного способа является неопределенность установки усилия подачи по максимуму мощности, затрачиваемой при бурении, что затрудняет оптимизацию режима работы.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является способ регулирования нагрузки двигателя вращателя

бурового инструмента, основанный на определении и стабилизации осевого усилия подачи инструмента на забой. В процессе бурения измеряются механическая скорость бурения и мощность двигателя, приводящего маслонасос, по которым вычисляются удельные энергозатраты; на основании величины удельных энергозатрат определяется уставка для усилия подачи. Заданное значение нагрузки двигателя вращателя сравнивается с действительным и по результатам сравнения изменяется осевое усилие подачи на забой.

Этот способ принимается за прототип.

Недостатками способа является то, что вычисление удельных энергозатрат производится с большой погрешностью, поскольку регулирование осевого усилия осуществляется дросселированием масла в гидросистеме, поэтому затраты энергии на разрушение горных пород не соответствуют измеряемой (и интегрируемой во времени) мощности асинхронного электродвигателя, приводящего маслонасос.

Все это приводит к тому, что для данного способа изменение свойств буровых пород слабо влияет на удельные энергозатраты и для сохранения производительности бурового станка процесс необходимо вести на повышенных параметрах, приводящих к интенсивному износу бурового инструмента и большим затратам энергии.

Данный способ затруднительно использовать при безлюдной разработке полезных ископаемых поскольку при значительной интенсивности износа бурового инструмента требуются большие затраты времени на его доставку и замену, что снижает сменную производительность бурового агрегата.

Целью настоящего изобретения является обеспечение заданной сменной производительности бурового агрегата при минимальном износе инструмента.

Указанная цель достигается тем, что в известном способе, включающем измерение механической скорости бурения и изменения осевого усилия подачи на забой, дополнительно измеряют частоту и энергию ударов коронки о забой скважины и по величине этих параметров и механической

скорости бурения вычисляют крепость породы, по которой устанавливают рациональные значения режимных параметров процесса бурения.

Определение крепости буровой породы по механической скорости бурения и соответствующих ей режимным параметрам (энергии и частоты ударов коронки о забой, угловой скорости вращения коронки и осевому усилию подачи на забой) и установка рациональных (для данной крепости пород) значений режимных параметров позволяет в условиях безлюдной выемки полезного ископаемого обеспечить

заданную производительность бурового агрегата, снизить износ бурового инструмента и сохранить рабочий ресурс бурового агрегата.

Поскольку крепость является одним из основных свойств горных пород, влияющих на производительность бурового агрегата, стойкость коронки, вибрацию конструкций и удельные энергозатраты, то ее определение позволяет вести процесс бурения скважин на рациональных режимах, что существенно улучшает технико-экономические показатели процесса бурения. Все операции по определению координат точки бурения, по сборке и разборке бурового става, по выбору параметров режима бурения должны осуществляться в автоматическом режиме. Буровой агрегат оснащен гидроперфоратором, приводящим в движение буровую коронку и ударником для нанесения ударов коронкой о забой скважины. При отсутствии горнорабочего все функции управления процессом бурения выполняет программируемый контроллер (ПК).

Поскольку процесс вращательно-ударного бурения весьма сложен, а условия бурения и свойства бурильных пород могут изменяться в широких пределах, то для обеспечения заданного цикла работ процесс бурения следует вести таким образом, чтобы сменная производительность составила 100 м (номинальная стойкость буровой коронки). Если процесс бурения вести при нерациональных значениях режимных параметров (не соответствующих свойствам бурильных пород), то стойкость коронки может уменьшиться, что потребует ее замены до окончания цикла работ и значительного расхода времени на доставку и замену бурового инструмента. При отсутствии горнорабочего функции определения свойств бурильных пород и установки рациональных значений режимных параметров возложены на ПК.

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что ПК по величинам механической скорости бурения и режимных параметров определяет фактическую крепость бурильных пород и устанавливает рациональные режимные параметры, т.е. минимально возможные их значения, обеспечивающие номинальную стойкость буровой коронки (100 м) при заданной сменной производительности бурового агрегата. Минимально возможные уровни режимных параметров обеспечивают минимальный износ буровой коронки и сохраняют рабочий ресурс бурового агрегата.

Авторами не обнаружено решений, обладающих признаками, сходными с отличительными признаками

предлагаемого решения, на основании чего можно сделать вывод о соответствии предлагаемого решения критерию существенные отличия.

На фиг. 1 изображена блок-схема устройства для осуществления указанного способа; на фиг. 2-алгоритм работы устройства.

Блок-схема включает пару коронка-забой скважины 1, датчики механической скорости бурения 2, частоты ударов коронки о забой скважины 3, анергию

ударов коронки о забой скважины 4, осевого усилия подачи на забой 5, угловой скорости вращения коронки 6 и регуляторы; угловой скорости вращения коронки 7, осевого усилия подачи на забой 8, энергии ударов коронки о забой скважины 9 и частоты ударов коронки о забой скважины 10; кроме того, в схеме имеются датчик крепости породы 11, буровой агрегат 12 и ПК 13.

Датчик механической скорости бурения 2 выполнен на основе выключателя

поворотного дискретного фотоэлектрического ПДФ-5 (Башкирское ПО Электроаппарат); датчики частоты и энергии

ударов коронки о забой скважины 3 и 4 выполнены на основе датчика вибрации типа АНС ( завод Геофизических приборов, г. Львов); датчик осевого усилия на забой 5 в качестве основного элемента содержит манометр типа МЭД (ПО Теплоприбор, г. Челябинск); датчик угловой скорости вращения коронки 6 выполнен на базе тахогенератора типа ППЭ-Д1 (ПО Точприбор, г. Саранск).

В качестве регуляторов угловой скорости вращения коронки 7, осевого усилия подачи на забой 8, энергии ударов коронки

О забой скважины 9 и частоты ударов коронки о забой скважины 10 используются гидрораспределители с пропорциональным электрическим управлением типа РП (ПО ХЭМЗ, г. Харьков). Датчик крепости породы 11 организуется программно в программируемом контроллере 13. Буровой агрегат 12 выполнен на основе гидроперфоратора ГБГ-180/250.

Способ осуществляется в следующей последовательности. После окончания процесса забуривания с элемента коронка-забой скважины 1, на датчик механической скорости бурения 2, а на датчики 3, 4, 5 и 6

- сигналы частоты ударов коронки о забой скважины, энергии ударов коронки о забой скважины, осевого усилия подачи на забой и угловой скорости вращения коронки соответственно. На основании априорной информации о свойствах бурильных пород программируемый контроллер ПК 13 посыпает регуляторам 7, 8, 9 и 10 сигналы, пропорциональные начальным

значениям режимных параметров: частоты ударов коронки о забой скважины, энергии ударов коронки о забой скважины, осевого усилия подачи на забой и угловой скорости вращения коронки, а регуляторы 7, 8, 9 и 10 устанавливают соотвествующие начальные значения режимных параметров: частоты ударов коронки о забой скважины, энергии

ударов коронки о забой скважины, осевого усилия подачи на забой и угловой скорости вращения коронки, а регуляторы 7, 8, 9 и 10 устанавливают соотвествующие начальные значения крепости бурильных пород на величину механической скорости бурения, полученная при бурении предыдущей скважины или заложенная в память ПК 13. (Р - fN VH). Начальные значения крепости бурильных пород режимных параметров, рациональных для данной породы, извлекаются из памяти ПК 13, куда они были занесены по результатам бурения предыдущей скважины или из программы, если скважина в данных условиях бурится

впервые: ...-...; -ч . . .

Сравнивая полученные значения механической скорости бурения с начальным значением УИ, ПК 13 делает

заключение о соответствии величины крепости породы принятому значению. Если значение механической скорости бурения не совпадает с начальным, что указывает на отличие крепости породы от принятого начального значения, то ПК 13 на основе новых фактических данных определяет реальное значение крепости бурильных пород и посыпает регуляторам 7,8,9 и 10 сигналы, пропорциональные рациональным значениям (для данной породы) режимных параметров: угловой скорости вращения коронки, осевого усилия подачи, энергии и частоты ударов коронки о забой скважины.

Определение рациональных параметров режима бурения соответствующих минимуму износа коронки при заданной производительности бурового модуля для вращательно-ударного бурения опирается на следующие положения и закономерности, ... .

На основании информации о показателях процесса бурения и свойств бурильных

пород, полученный при бурении предыдущих скважин в память ПК 13 вводятся следующие данные:  $f$  - крепость бурильных

пород и соответствующие ей оптимальные (по минимуму износа и затратам энергии на бурение) параметры режима бурения, вычисленные по выражениям:

$$P = 17-0,2f, \quad 6 \leq f \leq MO; \quad 33 - 1,83f, \quad 10 \leq f \leq 16; \quad 8-0,25f, \quad f \leq 16;$$

Юш, 52.1-0.1973

$$1-f(45+a) AyK9,8+0,036a) f;$$

(1)

15

Пу

200-1,6a

(Г+ЩШ)

где  $P$  - усилие подачи коронки на забой скважины, кН;  $v$  - со-угловая скорость вращения коронки, рад/с;  $a$  - абразивность породы, мг. Механическая скорость для ударно-вращательного бурения определяется по выражению:

$$35 \quad 3AyPu d2f$$

(2)

где  $d$  - диаметр коронки, мм;

$V$ -механическая скорость бурения, м/мин. Величина показателя  $D$ , характеризующая породы при начальных значениях режимных параметров, определяется по выражению:

45

О-тнун

(3)

для каждой крепости породы и вносится в память программируемого контроллера ПК 13.

После окончания процесса забуривания ПК 13 подает регуляторам 7,8,9 и 10 сигналы на установку начальных значений режимных параметров; после того,

как датчики режима бурения 3,4,5 и 6 укажут, что реальные значения режимных параметров соответствуют заданным,

производится измерение реального значения механической скорости бурения и сравнение ее с начальным значением. При изменении свойств бурильных пород (когда реальная крепость бурильных пород отличается от заданной) механическая скорость бурения отличается от начальной величины. ПК 13 определяет новое реальное значение крепости породы по выражению:

5 f D тнун

TP 77 - T, - «

VpVp

(4)

где  $f_p$  - реальная крепость бурильных пород в настоящий момент времени;

$V_p$  - реальное значение механической скорости бурения.

После определения реальной крепости бурильных пород  $f_p$  ПК 13 задает регуляторам 7, 8, 9 и 10 рациональные значения режимных параметров  $so$ ,  $P$ ,  $Ay$ ,  $Pu$  в соответствии с системой (1), которые обеспечивают заданную производительность бурового агрегата при минимальных значениях режимных

параметров и соответственно минимальном износе буровой коронки и сохранении рабочего ресурса бурового агрегата. Таким образом, организуется цикл работы схемы: по полученному значению крепости породы  $f$  за- дают режимные параметры ( $P$ ,  $v$ ,  $Ay$ ,  $Pu$ ,  $D$ ), измеряют фактическое значение

механической скорости бурения  $v_p$ , значение показателя  $D$ , запомненное на предыдущем цикле, делят на фактическое значение скорости бурения  $V_p$  и таким путем определяют крепость породы  $f_p$ . Цикл определения крепости породы осуществляется непрерывно;

изменение режимных параметров производится только при изменении крепости породы.

Для пояснения изложенного способа приведем пример. В память ПК 13 введены значения режимных параметров и показателей процесса бурения:  $f$ ,  $pu$ ,  $(a, P, v, Ay, D, a)$ , полученных при работе бурового модуля на данном месторождении (см. таблицу).

Предположим, что при бурении предыдущей скважины крепость породы была равна 8, машина задает начальные значения режимных параметров, соответствующие этой крепости породы:  $pu$  56,  $Ay$  110,  $Of$  17,7,  $P$  15 и измеряет фактическую скорость бурения. Если крепость породы отличается от принятого значения, то реальная механическая скорость не будет соответствовать значению, запасенному в памяти машины (1, 14); предположим, что реальная скорость  $v_p$  0,76, тогда значение величины  $D$ , соответствующее крепости породы  $f = 8$ , поделят на реальное значение

механической скорости бурения и получают реальную крепость породы  $D = 9,12$ ,  $v_p = 0,76$ ,  $f_p = 9,12/0,76 = 12$ . Подставив в (2) значения режимных параметров, отвечающих двенадцатой крепости породы:  $Pu = 48$ ,  $Ay = 160$ ,  $d = 45$  (диаметр коронки), получим значение механической скорости бурения







S U 1 7 9 6 7 6 9 A 1

S U 1 7 9 6 7 6 9 A 1

